

# 气候变化对青藏高原水资源 安全的影响<sup>\*</sup>

李志斐

【内容提要】青藏高原不仅是世界屋脊、亚洲水塔和地球第三极，也是中国重要的生态安全屏障和战略资源储备基地，更是资源政治与地缘政治的结合之处。青藏高原是世界上第三大淡水资源“储存库”，气候变化会加速高原地区的冰川消融，改变跨国界河流径流量的年度和季节性变化，增加水资源分配模式的不稳定性，从而加剧地区性水资源稀缺性危机，使地区性洪涝灾害增多，水治理难度提升。气候变化对青藏高原水资源安全的影响会产生连锁性的政治、经济与安全效应，不仅影响高原地区国家的水力开发计划与基础设施安全，加剧地缘政治博弈的复杂性，而且影响中国的海外水电投资，使中国的“一带一路”倡议和水利“十三五”发展规划的实施面临更多的国际压力与挑战。在气候变化的影响下，青藏高原水资源安全涉及十几亿人口的生存和发展问题，涉及亚洲的稳定与和平。对此，中国应积极实践构建人类命运共同体理念，在青藏高原水资源安全的维护上扮演更重要的角色，一方面在技术层面上加强对青藏高原水资源安全动态的深度调查与持续性跟踪研究，另一方面在政治层面上推动高原地区国家的气候治理合作与区域合作框架构建。

【关键词】气候变化；青藏高原；冰川消融；水资源安全

【作者简介】李志斐，博士，中国社会科学院亚太与全球战略研究院副研究员（北京 邮编：100007）。

【DOI】10.14093/j.cnki.cn10-1132/d.2018.03.003

【中图分类号】D815.5 【文献标识码】A 【文章编号】2095-574X（2018）03-0042-22

---

\* 本文系国家自然科学基金一般项目“气候变化与亚太水资源治理”（项目批准号：16BGJ057）、教育部人文社会科学研究青年基金项目“中国与周边国家之间的跨境水资源安全问题研究”（项目批准号：15YJC810008）的阶段性成果。衷心感谢《国际安全研究》期刊匿名审稿专家对本文提出的宝贵修改意见，本文疏漏之处由作者自负。

青藏高原 (The Qinghai-Tibet Plateau) 不仅是世界屋脊、亚洲水塔和地球第三极, 是中国重要的生态安全屏障、战略资源储备基地, 也是中华民族特色文化的重要保护地。<sup>①</sup> 青藏高原的资源开发和保护与中国的国家安全和发展的息息相关。青藏高原被高山环抱, 平均海拔达 4 000-5 000 米, 地理范围涉及八个国家, 是全球生物多样性的热点地区, 青藏高原还是“亚洲的水塔”, 亚洲主要的跨国界河流均发源于此, 其水资源养育了 17 个国家的三十多亿人口。<sup>②</sup> 青藏高原重要的地理位置和独特的自然条件, 使之成为气候变化影响的风向标。

据联合国政府间气候变化专门委员会 (IPCC) 发布的《第五次气候变化评估报告》显示, 以气候变暖为主要特征的气候变化已经成为一个全球事实, 从 1880 年到 2012 年, 全球平均地面气温上升了 0.65℃-1.06℃, 预计在 2016 年至 2035 年将升高 0.3℃-0.7℃, 2081 年至 2100 年将升高 0.3℃-4.8℃。气候变暖将深刻影响全球的资源与环境。<sup>③</sup> 气候变化对青藏高原的影响不仅是区域性的, 而且是全球性的问题, 对地球上的生命的未来具有独特的意义。气候变化对于青藏高原水资源安全的影响, 不仅会直接关乎亚洲国家与民众的生存和可持续发展, 更会对亚洲的地缘政治博弈产生深远的影响。

国内外学术界对于气候变化对青藏高原影响性的研究给予了很高的重视, 相当一部分成果集中于青藏高原水资源问题的研究分析, 从已有的研究成果来看, 主要分为三大类。第一类是从技术研究的视角分析气候变化对于青藏高原水资源安全的具体影响, 作者们通常是基于数据监测和采集的结果, 通过建立数理分析模型, 分析气候变化引发了多少质量和数量的冰川融化, 对于河流的径流量变化、生物多样性、农业生产、健康安全和沙漠化产生了何种影响, 人类未来应如何采取适应性政

---

① 《习近平致信祝贺第二次青藏高原综合科学考察研究启动》, 新华网, [www.xinhuanet.com/politics/2017-08/19/c\\_1121509916.htm](http://www.xinhuanet.com/politics/2017-08/19/c_1121509916.htm)。

② 参考《中华人民共和国政区图》, 北京: 中国地图出版社 2000 年版。

③ Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), “Working Group I Contribution to the IPCC Fifth Assessment Report, Climate Change 2013: The Physical Science Basis,” [http://www.climatechange2013.org/images/report/WG1AR5\\_ALL\\_FINAL.pdf](http://www.climatechange2013.org/images/report/WG1AR5_ALL_FINAL.pdf)。

策进行应对。<sup>①</sup> 此类研究数量丰富,为从国际关系视角研究气候变化对青藏高原水资源安全影响的研究奠定了坚实的科学基础,但由于监测机构和手段的不同以及数据来源不一,不同的文章在数据运用上存在分歧和差异,从而导致分析结果各异。第二类侧重从具体国家的角度分析气候变化对于一国水资源安全的影响,其中印度、尼泊尔、不丹等南亚国家是重点研究对象,研究者通常侧重于分析气候变化加速冰川融化会对国家的可持续发展产生何种影响,而非非常欠缺对气候变化如何影响国家间的水资源互动和地区水政治博弈等方面的分析。<sup>②</sup> 第三类是从次区域的角度阐释青藏高原地区国家间存在的水资源竞争,分析气候变化所带来的潜在性水资源安全挑战以及如何推动国家间的合作应对气候变化下所面临的水资源安全问题。但在这些论著中通常对中国持有明显的偏见,认为气候变化背景下,中国会加速在上

---

① J. C. Xu, R.E. Grumbie, A Shrestha, et al., "The Melting Himalayas: Cascading Effects of Climate Change On Water, Biodiversity, and Livelihoods," *Conservation Biology*, Vol. 23, No. 3 (June 2009), pp. 520-530; S. Zhang, S. Hou, X. Ma, et al., "Culturable Bacteria in Himalayan Glacial Ice Response To Atmospheric Circulation," *Biogeosciences*, Vol. 4, No. 1 (June 2007), pp. 765-778; Kishan Khoday, "Himalayan Glacial Melting and The Future of Development on the Tibetan Plateau," *Journal of Dermatological Science*, Vol. 34, No. 3 (May 2007), pp. 167-175; Richard L Armstrong, "The Glaciers of the Hindu Kush-Himalayan Region: A Summary Of The Science Regarding Glacier Melt/Retreat In The Himalayan," <https://www.mendeley.com/research-papers/glaciers-hindu-kushhimalayan-region/>. M. Prash, W. Mauser, M. Weber, "Quantifying Present And Future Glacier Melt-Water Contribution To Runoff In A Central Himalayan River Basin," *The Cryosphere*, Vol. 7, No. 3 (May 2013), pp. 889-904; 张建国、陆佩华、周忠浩、张位首:《西藏冰冻圈消融退缩现状及其对生态环境的影响》,载《干旱区地理》2010年第5期,第703-709页;达瓦次仁:《全球气候变化对青藏高原水资源的影响》,载《西藏研究》2010年第4期,第90-99页;李巧媛:《不同气候变化情境下青藏高原的冰川变化》,湖南师范大学博士学位论文,2011年;董斯扬、薛娴、徐满厚、尤金刚、彭飞:《气候变化对青藏高原水环境影响初探》,载《干旱区地理》2013年第5期,第841-853页。

② 代表作:Rajya Sabha Secretariat, et al. "Climate Change: Challenges to Sustainable Development in India, *Occasional Paper*," October 2008; Kenneth Pomeranz, Jennifer L. Turner, Susan Chan Shifflett, Robert Batten, et al., "Himalayan Water Security: The Challenges for South and Southeast Asia," *Filozofska Istrazivanja*, Vol. 31, 2011; Kumar Manoj, Padhy Pratap Kumar, "Climate Change, Water Resources and Food Production: Some Highlights from India's Standpoint," *International Research Journal of Environment Sciences*, Vol. 2, January 2013; Om Katel, Dietrich Schmidt-Vogt, Ngawang Dendup, "Transboundary Water Resources Management in the Context of Global Environment Change: The Case of Bhutan Himalaya," Springer International Publishing Switzerland, 2015, [https://www.researchgate.net/publication/269701899\\_Transboundary\\_Water\\_Resources\\_Management\\_in\\_the\\_Context\\_of\\_Global\\_Environmental\\_Change\\_The\\_Case\\_of\\_Bhutan\\_Himalaya](https://www.researchgate.net/publication/269701899_Transboundary_Water_Resources_Management_in_the_Context_of_Global_Environmental_Change_The_Case_of_Bhutan_Himalaya).

游地区进行水资源开发,阻碍流往下游的水流,影响下游国家的水利开发,对这些国家的水资源安全问题是“雪上加霜”。<sup>①</sup>

青藏高原是地缘政治和资源政治的交汇之处,随着中国水利发展和“十三五”规划的实施,中国将加大对青藏高原水系的开发力度。在这种背景下,气候变化对青藏高原水资源影响的安全效应和地缘政治效应将更加凸显,继而影响中国“一带一路”倡议和周边战略的实施。因此,从地缘政治和国际关系的角度,深度分析和研究气候变化对青藏高原水资源安全的影响具有重要的理论价值和现实意义。

## 一 青藏高原与亚洲水资源分配格局

青藏高原是中国最大、世界海拔最高的高原,由于这一地区储存的冰雪比世界上其他任何地方都多,因此被称为“第三极”,其范围西起帕米尔,东迄横断山脉,北接昆仑山、阿尔金山和祁连山,南抵喜马拉雅山。由于南邻副热带,北至中纬度,东西跨越31个经度,海陆作用强烈,大气环流复杂。<sup>②</sup>青藏高原特有的自然地理格局,使得气候变化会导致高原上敏感生态系统的急剧变化,使其成为全球气候变化的敏感指示器。青藏高原是地球上海拔最高的地理单元,是全球大气环流的一大屏障,印度夏季风和东亚季风在这个环境中相互作用,为亚洲提供了丰富的水资源。<sup>③</sup>

---

① 代表作: Kenneth Pomeranz, Jennifer L. Turner, Susan Chan Shifflett, Robert Batten, et al., “Himalayan Water Security: The Challenges for South and Southeast Asia,” *Asia Policy*, Vol. 31, No. 16 (July 2013), pp. 1-50, [http://www.files.ethz.ch/isn/167852/Asia\\_Policy\\_16\\_WaterRoundtable\\_July2013.pdf](http://www.files.ethz.ch/isn/167852/Asia_Policy_16_WaterRoundtable_July2013.pdf); Richard L. Armstrong, “The Glaciers of the Hindu Kush-Himalayan Region: A Summary of the Science Regarding Glacier Melt/Retreat In The Himalayan,” <https://www.mendeley.com/research-papers/glaciers-hindu-kushhimalayan-region/>; John D. and Catherine T. MacArthur Foundation, “The Himalayan Challenge Water Security in Emerging Asia,” <http://www.bipss.org.bd/images/pdf/Bipss%20Focus/The%20Himalayan%20Challenge.pdf>; Elizabeth L. Malone, “Changing Glaciers and Hydrology in Asia: Addressing Vulnerabilities to Glacier Melt Impacts,” November 2010, [http://www.unscn.org/layout/modules/resources/files/Changing\\_glaciers\\_and\\_hydrology.pdf](http://www.unscn.org/layout/modules/resources/files/Changing_glaciers_and_hydrology.pdf).

② 李巧媛:《不同气候变化情境下青藏高原的冰川变化》,湖南师范大学博士学位论文,2011年,第16-17页。

③ Kenneth Pomeranz, Jennifer L. Turner, Susan Chan Shifflett, Robert Batten, et al., “Himalayan Water Security: The Challenges for South and Southeast Asia,” *Asia Policy*, Vol. 31, No. 16 (July 2013), pp. 1-50, [http://www.files.ethz.ch/isn/167852/Asia\\_Policy\\_16\\_WaterRoundtable\\_July2013.pdf](http://www.files.ethz.ch/isn/167852/Asia_Policy_16_WaterRoundtable_July2013.pdf).

青藏高原地域辽阔,面积近 240 万平方千米,占中国国土总面积的 1/4 左右。<sup>①</sup> 在中国境内,青藏高原分布于西藏自治区、四川、云南、青海、新疆维吾尔自治区、甘肃省等六个省区,涉及范围高达 201 个县(市)。除了在中国境内,青藏高原还包括不丹、尼泊尔、印度、巴基斯坦、阿富汗、塔吉克斯坦和吉尔吉斯斯坦的部分地区。<sup>②</sup>

青藏高原是北极和南极之外最大的淡水储存库,作为淡水的仓库和地球十大河流系统的源头,其战略位置极其重要(见表 1)。<sup>③</sup> 青藏高原是亚洲民众和国家生存和发展用水的重要提供者,在全球大气环流、生物多样性、雨水灌溉和灌溉农业、潜在水电以及出口到全球市场的商品的生产中发挥着重要作用。<sup>④</sup> 可以说,青藏高原的水资源安全对于亚洲地区的和平与发展至关重要。

发源于青藏高原的河流,径流量的补给方式包括雨水补给、冰川融水补给、地下水补给等三大方式,其中冰川融水是主要提供者。从整体上看,青藏高原河流对于冰川融水的依赖程度比较高,<sup>⑤</sup> 约 6%至 45%的流量依赖于冰川融水,在夏季,这一比例会上升至 70%。<sup>⑥</sup> 印度河与塔里木河年平均径流量的 40%-50%的水源来自于冰川融水,而对于天山而言,年径流量的 20%和夏季径流量的 35%来自冰川。作为青藏高原主体的西藏,其境内印度河水系、恒河水系、怒江水系的冰川融水比重分别达到 44.8%、9.1%和 8.8%。<sup>⑦</sup> 在印度境内,恒河每年 29%的水流量来自于冰川融水;印度河则能达到 70%左右;布拉马普特拉河的每年水流量来自冰川融水的比例是 12.3%;尼泊尔

① 《青藏高原》, [http://www.gov.cn/test/2006-06/22/content\\_317095.htm](http://www.gov.cn/test/2006-06/22/content_317095.htm)。

② 参考《中华人民共和国政区图》,北京:中国地图出版社 2000 年版。

③ Kenneth Pomeranz, Jennifer L. Turner, Susan Chan Shifflett, Robert Batten, et al., "Himalayan Water Security: The Challenges for South and Southeast Asia," *Filozofska Istrazivanja*, Vol. 31, 2011, [http://www.files.ethz.ch/isn/167852/Asia\\_Policy\\_16\\_WaterRoundtable\\_July2013.pdf](http://www.files.ethz.ch/isn/167852/Asia_Policy_16_WaterRoundtable_July2013.pdf)。

④ "Perspectives on Water and Climate Change Adaptation: Introduction, Summaries and Key Messages," <http://www.gwopa.org/en/resources-library/perspectives-on-water-and-climate-change-adaptation-introduction-summaries-and-key-messages>。

⑤ Richard L Armstrong, "The Glaciers of the Hindu Kush-Himalayan Region: A Summary Of The Science Regarding Glacier Melt/Retreat in the Himalayan," <https://www.mendeley.com/research-papers/glaciers-hindu-kushhimalayan-region/>。

⑥ Cécile Levacher, "Climate Change in the Tibetan Plateau Region: Glacial Melt and Future Water Security, Australia's Global Interests," <http://www.futuredirections.org.au/publication/climate-change-in-the-tibetan-plateau-region-glacial-melt-and-future-water-security/>。

⑦ 张建国、陆佩华、周忠浩、张位首:《西藏冰冻圈消融退缩现状及其对生态环境的影响》,载《干旱区地理》2010 年第 5 期,第 705 页。

境内河流平均 10%的水流量来自青藏高原的冰川融水。<sup>①</sup>

表 1 发源于青藏高原的主要河流

| 河流名称          | 长度<br>(千米) | 流经国家                         | 对冰川融水的<br>依赖程度 |
|---------------|------------|------------------------------|----------------|
| 澜沧江-湄公河       | 4 350      | 中国、缅甸、老挝、泰国、柬埔寨、越南           | 6.6%           |
| 怒江-萨尔温江       | 2 400      | 中国、缅甸、泰国                     | 8.8%           |
| 雅鲁藏布江-布拉马普特拉河 | 2 900      | 中国、印度、孟加拉国                   | 12.3%          |
| 象泉河-萨特累季河     | 309        | 中国、印度、巴基斯坦                   | -              |
| 狮泉河-印度河       | 2 900      | 中国、印度、巴基斯坦                   | 44.8%          |
| 长江            | 6 300      | 中国                           | 18.5%          |
| 黄河            | 5 464      | 中国                           | 1.3%           |
| 阿姆河           | 2 540      | 中国、阿富汗、塔吉克斯坦、土库曼斯坦、乌兹别克斯坦    | -              |
| 恒河            | 2 510      | 印度、尼泊尔、孟加拉国                  | 9.1%           |
| 锡尔河           | 2 212      | 中国、吉尔吉斯斯坦、塔吉克斯坦、乌兹别克斯坦、哈萨克斯坦 | -              |
| 伊洛瓦底江         | 2 170      | 缅甸                           | -              |
| 塔里木河          | 2 137      | 中国                           | 40.2%          |

**数据来源：**Robert G. Wirsing, Daniel C. Stoll, Christopher Jasparro, *International Conflict Over Water Resources In Himalayan Asia*, New York: Palgrave Macmillan, 2012, p7; Prakash C. Tiwari, “Trans-boundary Headwater Governance in Himalaya: A Geo-political Architecture for Climate Change Adaptation and Regional Security in South Asia, ” [http://tokyo2013.earthsystemgovernance.org/wp-content/uploads/2013/01/TIWARI\\_Prakash.pdf](http://tokyo2013.earthsystemgovernance.org/wp-content/uploads/2013/01/TIWARI_Prakash.pdf).

冰川是重要的固体水资源，青藏高原拥有地球上第三大冰川群，冰川数量总计有 36 924 条，冰川总面积达 50 657 平方千米，冰川总储量为 4 680.5 立方千米，其中属于外流流域的冰川共有 18 942 条，面积和储量分别为 23 877.77 平方千米和 2 029.2676 立方千米。<sup>②</sup> 青藏高原北部和念青唐古拉山部分山脉的融雪水被澜沧江、怒江、黄河、长江等河流带入南海、安达曼海、黄海和东海；冈底斯山东部

① D. John and Catherine T. MacArthur Foundation, “The Himalayan Challenge Water Security in Emerging Asia,” <http://www.bipss.org.bd/images/pdf/Bipss%20Focus/The%20Himalayan%20Challenge.pdf>.

② 李巧媛：《不同气候变化情境下青藏高原的冰川变化》，湖南师范大学博士学位论文，2011 年，第 32-35 页。

和念青唐古拉山脉西、南地区的融雪水经雅鲁藏布江流入孟加拉湾；冈底斯山的融雪水通过象泉河和狮泉河到达安达曼海；喜马拉雅南麓地区的融雪水被孔雀河、朋曲和洛扎曲带入孟加拉湾。藏北羌塘地区和喜马拉雅北麓的部分融雪水经过众多内陆河流流入高原湖泊中，如唐古拉、念青唐古拉以及羌塘中部冰川的融雪水流入色林错、纳木错、当惹雍错等湖泊；宁金岗桑的融雪水流入羊卓雍错等湖泊。<sup>①</sup>

据统计，澜沧江流域的冰川数量是 380 条，占青藏高原冰川总量的 1%；怒江流域的冰川数量是 2 021 条，面积达 1 774.73 平方千米；印度河流域的冰川数量是 2 033 条，面积是 1 579.373 平方千米；恒河流域的冰川数量最多，达 13 008 条，面积 18 102.14 平方千米，储量 1 642.192 立方千米，分别占青藏高原的 35.2%、35.7%和 35.1%。<sup>②</sup> 所以，对于青藏高原的河流来说，冰川就是它们径流量的天然调节器，气候变化所引起的冰川的任何变化都会对河流的水资源供应产生明显的影响。<sup>③</sup>

## 二 气候变化对亚洲水安全压力的影响

在全球气候变暖的大背景下，青藏高原的变暖速度也在加快。气象记录表明自 20 世纪 50 年代中期以来，青藏高原年均气温呈显著增加的趋势，在 1961-2007 年间，年均气温以 0.37℃/10a 的速率上升，且冷季气温上升速率大于暖季。<sup>④</sup> 有研究证实，在过去三四十年里，青藏高原地区的气温上升幅度超过了 20 世纪平均升温 0.75%的水平，气候变暖的速度比全球平均速度快五到六倍。<sup>⑤</sup>

青藏高原对气候变化的影响异常敏感，其中最主要的表现是冰川融化速度的加快。相关资料表明，青藏高原的冰川面积已经由 20 世纪 70 年代的近 48 800 平方

---

① 达瓦次仁：《全球气候变化对青藏高原水资源的影响》，载《西藏研究》2010 年第 4 期，第 94-95 页。

② 李巧媛：《不同气候变化情境下青藏高原的冰川变化》，湖南师范大学博士学位论文，2011 年，第 32-35 页。

③ Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), "Working Group II Contribution to the IPCC Fifth Assessment Report, Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability," <http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg2/>.

④ 董斯扬、薛娴、徐满厚、尤金刚、彭飞：《气候变化对青藏高原水环境影响初探》，载《干旱区地理》2013 年第 5 期，第 841 页。

⑤ Cécile Levacher, "Climate change in the Tibetan Plateau Region: Glacial Melt and Future Water Security, Australia's Global Interests," <http://www.futuredirections.org.au/publication/climate-change-in-the-tibetan-plateau-region-glacial-melt-and-future-water-security/>.

千米, 缩减至 44 400 平方千米, 冰川在经历 30 个春秋后, 面积减少了近 4 400 平方千米, 平均每年减少约 147 平方千米, 总减少率达 9.05%。在情况较为严重的帕米尔高原、喜马拉雅山, 冰川累计消减达到了原有面积的 15% 以上。黄河源头地区的黄河阿尼玛卿山地区冰川面积较 1970 年减少了 17%, 冰川末端年最大退缩率为 57.4 米/年。长江源头冰川近 13 年来也正以 57 米/年的速度后退。<sup>①</sup>

联合国环境规划署和世界冰川监测服务 (WGMS) 公布的数据显示, 随着全球气温的上升, 自 2000 年以来, 世界上所有冰川的平均冰蚀率超过了 0.5 米/年, 是 20 世纪 80 年代的三倍。在喜马拉雅山脉, 多达 2/3 的冰川正在以惊人的速度消退。世界自然基金会发布报告称, 喜马拉雅冰川正以每年 10-15 米的速度消退, 气候变暖正在加速。<sup>②</sup> 联合国政府间气候变化专门委员会 (IPCC) 的 2014 年报告预测, 到 2100 年, 喜马拉雅冰川可能会失去 1/3 到 1/2 的数量。<sup>③</sup> 美国国家航空航天局 (NASA) 通过先进的卫星技术监测发现, 自 20 世纪 60 年代初以来, 青藏高原地区的冰川覆盖面积减少了 20% 以上。在中国西北地区, 到 2050 年, 冰川面积将减少 27%, 自 20 世纪 30 年代以来, 冰川对印度河的水供给已经减少了 30%-50%, 冰川每年撤退超过 35 米, 是二十年前的两倍。<sup>④</sup> 如果气候继续以目前的速度变暖, 中国境内 2/3 的冰川将在 2050 年前消失。<sup>⑤</sup> 中国科学院青藏高原研究所的冰川学家石昌康团队的一项研究发现: “自 20 世纪 90 年代以来, 大多数冰川都迅速消退, 在过去的 50 年间, 超过 80% 的中国西部冰川呈现退缩特征。”<sup>⑥</sup>

冰川是天然的淡水资源储存库, 是河流水源的供应者, 冰川消融速度的变化会影响到河流径流量的变化, 对于依河而生的流域国家则造成水资源稀缺、洪涝干旱等不同程度和内容的水安全压力。

---

① 湿地百科课题组:《全球变暖对高原湿地的冲击》, 湿地中国网, [www.shidi.org/sf\\_73671DD4AFBE4128AA23951539B582DC\\_151\\_column.html](http://www.shidi.org/sf_73671DD4AFBE4128AA23951539B582DC_151_column.html)。

② Kishan Khoday, “Himalayan Glacial Melting and The Future of Development on the Tibetan Plateau,” *Journal of Dermatological Science*, Vol. 34, No. 3 (May 2007), pp. 167-169.

③ Cécile Levacher, “Climate Change in the Tibetan Plateau Region: Glacial Melt and Future Water Security,” *Australia’s Global Interests*, <http://www.futuredirections.org.au/publication/climate-change-in-the-tibetan-plateau-region-glacial-melt-and-future-water-security/>。

④ Madhav Karki, “Climate change in the Himalayas: Challenges and Opportunities,” [https://nepalstudycenter.unm.edu/MissPdfFiles/DrKarkiICIMODPresentation\\_UNM\\_May\\_2010PDF.pdf](https://nepalstudycenter.unm.edu/MissPdfFiles/DrKarkiICIMODPresentation_UNM_May_2010PDF.pdf)。

⑤ Kishan Khoday, “Himalayan Glacial Melting and The Future of Development on the Tibetan Plateau,” *Journal of Dermatological Science*, Vol. 34, 2007.

⑥ Madhav Karki, “Climate change in the Himalayas: Challenges and Opportunities,” [https://nepalstudycenter.unm.edu/MissPdfFiles/DrKarkiICIMODPresentation\\_UNM\\_May\\_2010PDF.pdf](https://nepalstudycenter.unm.edu/MissPdfFiles/DrKarkiICIMODPresentation_UNM_May_2010PDF.pdf)。

### （一）地区性水资源稀缺性危机加剧

气候变暖引发的冰川消融，会引起冰川储量的透支，在短期内提高了对河流的补给程度，使下游的河流水量明显增加，对当地和下游民众的饮水、灌溉、发电等生产和生活影响重大，但对于干旱地区的水资源补给和经济建设是有利的。但从长期来看，冰川将逐渐消亡，冰川融水对河流的补给将逐渐减少，河流干涸或受旱涝灾害的威胁增大。<sup>①</sup>

由于青藏高原冰川的消融，可利用的水资源将大量减少。有研究表明，喜马拉雅山冰雪消融的径流系统将在 2050 年到 2070 年达到峰值，此后其年度平均流量的衰减将在 1/5 到 1/4 之间。<sup>②</sup> 如果按照这项研究推算，届时，依赖青藏高原冰川融水供给的许多条东南亚和南亚河流将遭受有效水资源减退的威胁，季节性水资源短缺的局面可能会突然降临。美国伍德罗·威尔逊国际学者中心的环境与安全计划主管杰夫·达伯科（Geoff Dabelko）表示，中国、印度、巴基斯坦、孟加拉国和不丹近二十亿人将会因青藏高原冰川消融导致的水流减缓而面临水资源的短缺。<sup>③</sup> 例如，恒河的水流一旦缺少冰川的补给，每年 7-9 月的流量将减少 2/3，将导致 5 亿人和印度 37% 的农田面临水源短缺的威胁。<sup>④</sup> 在水资源供应一直比较紧张的中亚地区，气候变暖大大加快了帕米尔高原冰川的锐减和天山地区的雪山消融，预测 15-20 年后，地区水资源将减少 1/3，灾难性缺水现象将会随之出现。<sup>⑤</sup>

世界银行利用粮农组织关于水和农业的全球信息系统（AQUASAT）和它自己的人口估计数据，计算了 214 个国家和地区的人均可再生水资源，其中青藏高原地区国家的数据统计（见表 2）表明，自 1962 年以来，青藏高原涉及的中亚和南亚国家的人均水资源呈现逐年缩减态势，尤其是到了 2014 年，巴基斯坦和土库曼斯坦已经属于“极度缺水”类型的国家，国家和民众处于严重的缺水状态。除了尼泊尔之外，青藏高原地区的南亚国家人均水资源占有量都低于 1 700 立方米/年，属于

---

① 张建国、陆佩华、周忠浩、张位首：《西藏冰冻圈消融退缩现状及其对生态环境的影响》，载《干旱区地理》2010 年第 5 期，第 705 页。

② H. Gwyn Rees and David Collins, “Regional Differences In Response of Flow In Glacier-fed Himalayan Rivers to Climactic Warming,” *Hydrological Process*, Vol. 20, No. 10 (June 2006), pp. 2167-2168.

③ 《青藏高原冰川萎缩将使亚洲近 20 亿人遭遇水短缺》，载中国天气网，[www.weather.com.cn/index/lssj/01/17624.shtml](http://www.weather.com.cn/index/lssj/01/17624.shtml)。

④ C. K. Jain, “A Hydro Chemical Study of a Mountains Watershed: the Ganga, India,” *Journal of Water Resources Research*, Vol. 36, No. 5 (March 2002), p. 1262.

⑤ 琳达：《中亚水资源纠纷由来与现状》，载《国际资料信息》2009 年第 9 期，第 26 页。

“重度缺水”和“水紧张”型国家。而中亚地区的水资源分配不均的格局依然非常明显，但人均可再生淡水资源的占有率也呈现出明显的下降趋势，乌兹别克斯坦已经进入“重度缺水”的国家行列。

表 2 青藏高原地区国家人均可再生淡水资源

(单位：立方米)

| 国家     | 年份       |         |          |
|--------|----------|---------|----------|
|        | 1962 年   | 1992 年  | 2014 年   |
| 中国     | 4 225    | 2 415   | 2 062    |
| 阿富汗    | 5 045.01 | 3 372   | 1 439.34 |
| 印度     | 3 091    | 1 596   | 1 118    |
| 巴基斯坦   | 1 167    | 484     | 296      |
| 孟加拉国   | 2 058    | 944     | 659      |
| 尼泊尔    | 19 087   | 10 023  | 6 998    |
| 不丹     | 404 762  | 178 731 | 100 457  |
| 哈萨克斯坦  | -        | 3 914   | 3 722    |
| 塔吉克斯坦  | -        | 11 532  | 7 588    |
| 土库曼斯坦  | -        | 360     | 257      |
| 乌兹别克斯坦 | -        | 762     | 531      |
| 吉尔吉斯斯坦 | -        | 10 836  | 8 385    |

数据来源：The World Bank: Databank Indicator, <http://data.worldbank.org>。

青藏高原地区国家大多属于农业经济为主的发展中国家，淡水资源的很大一部分用于农业灌溉。根据世界银行的数据统计，进入 21 世纪之后，在南亚地区，阿富汗的农业灌溉用水比例占整个国家淡水资源消耗的 98%，印度是 90.4%，巴基斯坦是 93.95%，孟加拉国也高达 82%。在中亚地区，哈萨克斯坦的农业灌溉用水比例占国家淡水资源消耗的 66.23%，塔吉克斯坦是 90.86%，土库曼斯坦是 94.31%，乌兹别克斯坦为 90%，吉尔吉斯斯坦为 93.01%。<sup>①</sup> 随着人口数量的不断增长，为了保障足够的粮食供应，粮食产量需要保持足够的增长量，农业灌溉用水也会随之增加。以南亚地区的印度和巴基斯坦为例：到 2020 年，印度人口可能达到 13 亿，

<sup>①</sup> “Annual Fresh Water Withdrawals, Agriculture (% of Total Freshwater Withdrawal),” [https://data.worldbank.org/indicator/ER.H2O.FWAG.2S?view-chart&year\\_high\\_desc-false](https://data.worldbank.org/indicator/ER.H2O.FWAG.2S?view-chart&year_high_desc-false).

届时粮食总产量需要增加 50%才能满足基本的生存需求。<sup>①</sup> 印度河是巴基斯坦的主要淡水资源，被看作是国家生命线。巴基斯坦大约 90%的农业灌溉依赖于河流，平均每年约有 3 770 亿加仑的水由印度河供应，用于种植棉花。该国的印度河三角洲是一个巨大的灌溉系统，连接着超过 0.15 亿公顷的农田。这个灌溉系统几乎 90%的水来自喜马拉雅山脉的冰川。<sup>②</sup> 而孟加拉国的人口将从 2012 年的 1.61 亿人增长到 2050 年的 1.94 亿人，农业灌溉用水量也会大大增加。<sup>③</sup>

人口数量的增长不仅直接需要大量的水资源供给，而且由于青藏高原地区国家的农业灌溉用水占据经济用水的主要份额，因此，冰川融化释放出的水量的任何变化都会对数亿人的粮食安全以及生活和发展产生相当大的影响。<sup>④</sup> 随着气候变暖的加重，冰川的消融达到一定程度后会开始逐年减少；等冰川完全消失后，融水也随之消失，这给以冰川融水为基础的社会经济和生态系统带来灾难性的后果，<sup>⑤</sup> 将不可避免地引发森林、生物多样性和牧场的退化，使青藏高原地区内的国家面临意想不到的风险。<sup>⑥</sup>

### （二）地区性洪涝灾害增多 水治理难度提升

冰川融化会导致洪水泛滥（尤其是冰湖溃决洪水）和山体滑坡，引发冰川泥石流，严重降低水资源、农业、渔业、能源、工业、移民的质量和资源，并可能进一步加剧全球气候变化。<sup>⑦</sup> 同时，气候变暖将加速水文循环，改变降雨量、震级和径

---

① Rajya Sabha Secretariat, "Climate change: Challenges to Sustainable Development in India," [http://www.indiaenvironmentportal.org.in/files/climate\\_change\\_2008.pdf](http://www.indiaenvironmentportal.org.in/files/climate_change_2008.pdf).

② C. Battistuzzi, S. Buenostro Mazon, N. Edwards, G. Gostlow and I. Jeba Raj, "Quantifying Climate Change Induced Effects upon Glaciers and their Impact on Ecosystem Services," [http://www.helsinki.fi/henvi/teaching/Reports\\_16/02\\_Climate\\_Change\\_Impacts\\_studentreport\\_to\\_Rachel\\_Warren.pdf](http://www.helsinki.fi/henvi/teaching/Reports_16/02_Climate_Change_Impacts_studentreport_to_Rachel_Warren.pdf).

③ Kenneth Pomeranz, Jennifer L. Turner, Susan Chan Shifflett, Robert Batten, et al., "Himalayan Water Security: The Challenges for South and Southeast Asia," *Asia Policy*, Vol. 31, No. 16 (July 2013), pp. 1-50.

④ Kenneth Pomeranz, Jennifer L. Turner, Susan Chan Shifflett, Robert Batten, et al., "Himalayan Water Security: The Challenges for South and Southeast Asia," *Asia Policy*, Vol.31, No. 16 (July 2013), pp. 1-50.

⑤ 《青藏高原冰川萎缩将使亚洲近 20 亿人遭遇水短缺》，载中国天气网，[www.weather.com.cn/index/lssj/01/17624.shtml](http://www.weather.com.cn/index/lssj/01/17624.shtml)。

⑥ Madhav Karki, "Climate change in the Himalayas: Challenges and Opportunities," [https://nepalstudycenter.unm.edu/MissPdfFiles/DrKarkiICIMODPresentation\\_UNM\\_May\\_2010PDF.pdf](https://nepalstudycenter.unm.edu/MissPdfFiles/DrKarkiICIMODPresentation_UNM_May_2010PDF.pdf).

⑦ Erwin Rose, "The ABCs of Governing the Himalayas in Response to Glacial Melt: Atmospheric Brown Clouds, Black Carbon, and Regional Cooperation," *Sustainable Development Law & Policy*, Vol. 12, No. 2 (Winter 2012), pp. 33-34.

流量, 引发极端天气事件发生频率和强度的增多, 增加骤发性洪水和干旱发生的几率。<sup>①</sup> 研究显示, 到 2080 年, 世界上 20% 的人口将生活在洪水可能增加的地区。<sup>②</sup> 近几十年来, 巴基斯坦的洪水风险不断增加就是证明, 该国 2010 年发生的洪水灾难就影响到了 2 000 万人生计, 对巴基斯坦整个国家的经济都产生了巨大影响。统计显示, 从 2003 年到 2009 年, 喜马拉雅冰川融化产生了约 1 740 亿吨的水, 导致了印度河、恒河和雅鲁藏布江-布拉马普特拉河的灾难性洪水的时有发生。<sup>③</sup> 在湄公河流域, 有研究表明, 与 20 世纪中期到末期相比, 湄公河每月最大流量将增加 35%-41%, 而在此期间, 每月最小流量将减少 17%-24%。联合国政府间气候变化专门委员会指出, 湄公河流域雨季河流泛滥的风险将加大, 而在旱季则可能增加水资源短缺的概率。<sup>④</sup>

冰川消融还会引发融雪性洪灾。高原冰川快速消融形成的融雪水会形成堰塞湖, 多数堰塞湖有冰碛支撑, 当水量和压力达到一定程度时很容易溃坝。20 世纪以来, 在喜马拉雅地区冰川融化形成了数千个不稳定的冰川湖 (堰塞湖), 越来越多的融化水增加了冰川湖暴发洪水的风险, 冰川湖引发的洪水将造成大量人员伤亡, 破坏关键基础设施, 破坏农田, 造成粮食不安全。<sup>⑤</sup> 尼泊尔的戈西盆地有 159 个冰湖, 在阿伦地区有 229 个, 其中 24 个具有潜在的高威胁。1935 年以来在尼泊尔发生了 16 起冰湖溃坝引发的洪灾。<sup>⑥</sup> 英国谢菲尔德大学的气候变化和区域安全专家凯瑟琳·莫顿 (Kathryn Morton) 博士的研究证实, “冰川融化对生物多样性以及对水、食物和能源安全产生的负面影响是长期而巨大的。冰川融化引发的自然灾害 (山体

---

① “Perspectives on Water and Climate Change Adaptation: Introduction, Summaries and Key Messages,” <http://www.gwopa.org/en/resources-library/perspectives-on-water-and-climate-change-adaptation-introduction-summaries-and-key-messages>.

② Rajya Sabha Secretariat, “Climate Change: Challenges to Sustainable Development in India,” Occasional Paper, October 2008, [http://www.indiaenvironmentportal.org.in/files/climate\\_change\\_2008.pdf](http://www.indiaenvironmentportal.org.in/files/climate_change_2008.pdf).

③ Javaid Laghari, “Melting Glaciers bring Energy Uncertainty,” <https://www.nature.com/news/climate-change-melting-glaciers-bring-energy-uncertainty-1.14031>.

④ Reiner Wassmann, Nguyen Xuan Hien, Chu Thai Hoanh and To Phue Tuong, “Sea Level Rise Affecting the Vietnamese Mekong Delta: Water Elevation in the Flood Season and Implications for Rice Production,” *Climactic Change*, Vol. 66, No. 1-2 (January 2004), p. 89.

⑤ Cécile Levacher, “Climate Change in the Tibetan Plateau Region: Glacial Melt and Future Water Security, Australia’s Global Interests,” <http://www.futuredirections.org.au/publication/climate-change-in-the-tibetan-plateau-region-glacial-melt-and-future-water-security/>.

⑥ 达瓦次仁:《全球气候变化对青藏高原水资源的影响》, 载《西藏研究》2010 年第 4 期, 第 95 页。

## 气候变化对青藏高原水资源安全的影响

滑坡、洪水和冰川湖爆发等)的更高发生率,会使大量民众流离失所,关键基础设施遭到破坏,从而严重影响中国、印度、尼泊尔和孟加拉国等国流域民众的生计问题。

综合以上两方面可以看出,青藏高原地区国家本来就面临着水资源短缺、水资源利用率高、水质差和其他与水有关的脆弱性等问题(见表3)。例如,印度和乌兹别克斯坦都面临五类挑战,其中三类是重叠的;巴基斯坦和中国分别有四类危险因素。<sup>①</sup> 这些复杂的水资源安全问题已经成为制约国家发展和影响区域稳定的重要问题,气候变化影响下的冰川加速融化将加剧已经存在的水资源压力,使水资源安全治理的难度进一步提升。

表3 青藏高原地区部分国家面临的水挑战

|        | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 共计 |  |
|--------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|--|
| 印度     | √ |   |   |   | √ |   | √ | √ |   | √  | 5  | 备注:<br>1. 水稀缺威胁日益增加<br>2. 用水率高<br>3. 水质破坏<br>4. 水质和水禀赋差<br>5. 洪水易发<br>6. 飓风易发<br>7. 干旱易发<br>8. 生态与气候变化危险<br>9. 饮用水缺乏<br>10. 水环境卫生差 |
| 乌兹别克斯坦 | √ | √ |   | √ |   |   | √ | √ |   |    | 5  |  |
| 中国     |   |   |   |   | √ | √ |   | √ |   | √  | 4  |  |
| 巴基斯坦   | √ | √ | √ |   |   |   |   | √ |   |    | 4  |  |
| 阿富汗    | √ |   |   |   |   |   |   |   | √ | √  | 3  |  |
| 哈萨克斯坦  |   |   |   | √ |   |   | √ | √ |   |    | 3  |  |
| 尼泊尔    |   |   |   | √ |   |   |   | √ |   | √  | 3  |  |
| 吉尔吉斯斯坦 |   |   |   | √ |   |   | √ |   |   |    | 2  |  |
| 塔吉克斯坦  |   |   |   | √ |   |   | √ |   |   |    | 2  |  |
| 土库曼斯坦  |   |   |   | √ |   |   | √ |   |   |    | 2  |  |
| 不丹     |   |   |   | √ |   |   |   |   |   |    | 1  |  |

数据来源:“Adapting to water stress and changing hydrology in glacier-dependent countries in Asia: a tool for program planner and designers,” [https://www.researchgate.net/publication/273797826\\_Adapting\\_to\\_Water\\_Stress\\_and\\_Changing\\_Hydrology\\_in\\_Glacier-Dependent\\_Countries\\_in\\_Asia\\_A\\_Tool\\_for\\_Program\\_Planners\\_and\\_Designers](https://www.researchgate.net/publication/273797826_Adapting_to_Water_Stress_and_Changing_Hydrology_in_Glacier-Dependent_Countries_in_Asia_A_Tool_for_Program_Planners_and_Designers)。

<sup>①</sup> Leona D’Agnes, “Adapting to Water Stress and Changing Hydrology in Glacier-dependent Countries in Asia: A Tool for Program Planner and Designers,” Coastal Resources Center, June 2013, [https://www.researchgate.net/publication/273797826\\_Adapting\\_to\\_Water\\_Stress\\_and\\_Changing\\_Hydrology\\_in\\_Glacier-Dependent\\_Countries\\_in\\_Asia\\_A\\_Tool\\_for\\_Program\\_Planners\\_and\\_Designers](https://www.researchgate.net/publication/273797826_Adapting_to_Water_Stress_and_Changing_Hydrology_in_Glacier-Dependent_Countries_in_Asia_A_Tool_for_Program_Planners_and_Designers)。

水资源安全问题的出现会导致大量的水环境移民的产生,加剧地缘政治的风险。位于华盛顿的美国国防大学的一项研究表明,孟加拉国的“破坏性”洪水可能导致大批难民涌入印度,这些难民可能在印度境内传播恐怖主义,成为激进的伊斯兰运动的牺牲品,引发宗教冲突,并对基础设施造成全面破坏。<sup>①</sup>对印度这样的发展中国家来说,邻国大量难民的涌入则需要大量的资源配置,进一步加剧供应紧张,引发冲突。如果政府认为气候难民试图向当局施加压力或进入国内政治进程,紧张局势可能会加剧。在这种情况下,东道国因此指望遣返难民,而这些难民反过来可能会导致与发送国的冲突。<sup>②</sup>因此,从长期来看,气候变化影响下水资源安全压力的增加,会使亚太地区的水博弈更加激烈。

### 三 气候变化对跨国界河流政治的影响

青藏高原的冰川融水是中国和东南亚、南亚、中亚等十多个国家的河流径流量的依赖源泉,是中国和周边国家的水电资源服务的重要来源。气候变化影响导致的冰川快速消融会引发连锁性的政治、经济和安全效应,成为一个区域性的安全问题,导致亚洲跨国界河流政治更加复杂。

#### (一) 影响各国的水力开发计划和基础设施的安全

青藏高原在亚洲的能源安全上扮演着重要角色,其水资源安全直接关系到流域国家的水利发展计划。在南亚地区,生活着世界上40%的贫困人口,20%的人缺乏安全的饮用水,63%的人生活中还没有用电,平均每天多达20小时的电力短缺正在阻碍着各国的发展。由于先天能源储量低,如果从海湾国家、伊朗或塔吉克斯坦进口石油和天然气,不仅成本高昂,而且安全风险较大,因此各国为获取廉价、可持续的清洁能源,纷纷将目光调往本土河流资源的水力发电。现在,南亚国家都在争先恐后地开发青藏高原的河流电力资源,为其经济发展提供动力。据统计,青藏高原的河流中蕴藏的电力潜力达50万兆瓦,南亚国家已经计划建造超过400座水电站,其中印度79%的可开发电力资源分布在青藏高原的河流区域,目标是建造292座水坝,使当前水电容量翻倍。如果所有的水坝都按照规划建造,印度段的喜

---

<sup>①</sup> John D. and Catherine T. MacArthur Foundation, “The Himalayan Challenge Water Security in Emerging Asia,” <http://www.bipss.org.bd/images/pdf/Bipss%20Focus/The%20Himalayan%20Challenge.pdf>.

<sup>②</sup> John D. and Catherine T. MacArthur Foundation, “The Himalayan Challenge Water Security in Emerging Asia,” <http://www.bipss.org.bd/images/pdf/Bipss%20Focus/The%20Himalayan%20Challenge.pdf>.

马拉雅山脉将拥有世界上最高的平均大坝密度,每 32 千米的河道就有一座大坝。<sup>①</sup>巴基斯坦目前能够从喜马拉雅河流的水力发电中获取 6 700 兆瓦的电能,约占该国总发电能力的 37%。尼泊尔和不丹目前分别拥有 600 兆瓦和 1 500 兆瓦的水力发电能力,主要来自于青藏高原河流的水力发电。<sup>②</sup>

在气候变化影响下,河流径流量的复杂性和变化性将会增加,并且变得越来越难以预测,这直接影响到该地区的能源生产。研究证实,如果青藏高原河流的径流量减少 1%,南亚地区的平均发电量就将减少约 3%。改变河流流量可能对其发电量产生重要影响,加剧流域国之间的水资源争端。<sup>③</sup>同时,气候变化还会影响河流上的水电基础设施的安全,例如,骤发洪水的增多,冰川湖溃决等自然灾害,都会对基础设施的安全产生毁灭性的威胁。

### (二) 影响中国的对外水利投资与建设

中国是水电投资和技术输出的大国,目前是全球最大的水坝建造者和投资者。据国际河流网的数据统计,截至 2013 年,中国共在全球投资和建造 306 座水坝,主要集中在亚洲和非洲国家。在“一带一路”倡议实施的推动下,青藏高原地区是中国对外开展水利合作与投资的重要对象区域,在东南亚河流区域投资兴建水坝约 131 座,中亚河流区域约 8 座,南亚河流流域 36 座,主要集中于尼泊尔和巴基斯坦境内。<sup>④</sup>气候变化引发的青藏高原的冰川加速退缩、积雪减少、自然灾害频发、生态环境急剧变化等一系列自然条件的改变,对于河流的径流量变化、下游国家的环境和生态产生的深远影响,势必会影响到河流大坝的修建,对大坝的投资驱动、规划设计、技术评估、工程建设和运行管理等方面提出更高要求,增加中国资金、技术和人员的投入力度。

另外,气候变化还会影响国家之间的水电投资之间的竞争,最典型的案例是中国和印度在尼泊尔的电力投资竞争。尼泊尔有巨大的未开发水电潜力,随着城

---

<sup>①</sup> John Vidal, “China and India ‘Water Grab’ Dams Put Ecology of Himalayas in Danger,” <https://www.theguardian.com/global-development/2013/aug/10/china-india-water-grab-dams-himalayas-danger>.

<sup>②</sup> Cécile Levacher, “Climate change in the Tibetan Plateau Region: Glacial Melt and Future Water Security,” Australia’s Global Interests, <http://www.futuredirections.org.au/publication/climate-change-in-the-tibetan-plateau-region-glacial-melt-and-future-water-security/>.

<sup>③</sup> Javaid Laghari, “Melting Glaciers Bring Energy Uncertainty,” <https://www.nature.com/news/climate-change-melting-glaciers-bring-energy-uncertainty-1.14031>.

<sup>④</sup> International River Network, “Chinese Overseas Dams List,” <https://www.internationalrivers.org/resources/china-overseas-dams-list-3611>.

市化和工业化的发展,开发潜在水力资源可以满足国内电力需求的同时,还可以向中国和印度出口剩余电力获得经济收益。面对尼泊尔巨大的水电潜力开发需求,中国和印度都非常重视在尼泊尔境内的水力发电投资。2009年,中国向尼泊尔增加了50%的援助,总额超过2100万美元,并表示将增加在尼泊尔的水电和基础设施建设项目。而印度一直“插手”尼泊尔的水电开发事宜,希望保持对其的绝对影响力,于是重申自己对于尼泊尔水电开发的兴趣,并计划成立印度与尼泊尔合资企业承担该国的大部分私人水电开发项目。中国和印度两国都已经意识到在气候变化的影响下,确保农业、工业和国内经济增长不受限于水资源缺乏的重要性,希望通过投资于尼泊尔水电开发,可以获得巨大的电力回报。两国的电力投资竞争将会持续下去,但需要看到的是,这种竞争很容易产生外交和商业上的对抗,破坏合作的潜力。<sup>①</sup>

对于中国的对外投资,国际上一直存在针砭之声,印度地缘政治分析家布拉马·切拉尼(Brahma Chellaney)曾评论道,“中印争端已经从陆地转移到了水。水是新的分界线,正处于政治的中心阶段。只有中国有能力建设这些巨型水坝并具有抗压能力。中国正在进行历史上最大规模的‘水掠夺’,这实际上是一场没有射击的战争。”<sup>②</sup>这种对中国海外水电投资的负面与不客观的评价和宣传,严重地破坏中国投资者的形象,误导投资对象国民众对于中国投资的客观认知,对中国的正常投资产生消极影响。

### (三) 增加中国境内水电开发的国际压力

从中国政府部门公布的水电开发计划来看,青藏高原的河流水资源是“十三五”规划期间的水利重点开发对象。为了满足国内的民生与经济发展需求,增加清洁低碳的可再生能源供给,中国在《水电发展“十三五”规划(2016-2020)》中提出,全国新开工常规水电和抽水蓄能电站各6000万千瓦左右,新增投产水电6000万千瓦,2020年水电总装机容量达到3.8亿千瓦,年发电量1.25万亿千瓦时;“西电东送”能力不断扩大,2020年水电送电规模达到1亿千瓦。预计2025年全国水电装机容量达到4.7亿千瓦,其中常规水电3.8亿千瓦,抽水蓄能约9000万千瓦;年发电量1.4万亿千瓦时……西部的四川省、云南省、西藏自治区是常规水电建设

<sup>①</sup> John D. and Catherine T. MacArthur Foundation, “The Himalayan Challenge Water Security in Emerging Asia,” <http://www.bipss.org.bd/images/pdf/Bipss%20Focus/The%20Himalayan%20Challenge.pdf>.

<sup>②</sup> Brahma Chellaney, *Water: Asia's New Battleground*, Washington D.C.: Georgetown University Press, 2013.

的重点区域。<sup>①</sup> 在《西部大开发“十三五”规划》中也提出,适时开展“南水北调”西线工程前期工作……继续加大“西电东送”力度,推进跨区域输电工程建设,科学规划建设金沙江中下游、雅砻江、大渡河、澜沧江中下游、黄河上游和雅鲁藏布江中游河流(段)水电基地。在科学论证的基础上,有序开展金沙江上游、澜沧江上游、通天河、怒江等流域水电开发前期工作。<sup>②</sup>

另外,中国国内的发展需求正在呼吁“南水北调”的西线工程的落实。“南水北调”工程分为西、中、东三线,<sup>③</sup> 拟从长江上、中、下游调水输往西北、华北各地,工程建成后将与长江、淮河、黄河、海河相互连接,形成“四横三纵、南北调配、东西互济”的水资源总体格局。现在,东、中线已经开工建设,西线调水工程还未实施,但其一旦实施将势必增大对青藏高原水资源的调配力度。从目前的态势看,中国“十三五”期间加大对青藏高原河流水资源的开发将进一步增加以印度为代表的下游国家的“担忧”,它们认为在气候变化加剧了水资源稀缺性危机的背景下,中国加大对青藏高原水资源的开发力度,会严重阻碍湄公河和雅鲁藏布江等主要国际河流的自由流动,减少流往下游的水流量,影响其他国家的取水和水能资源开发,而且中国在上游修建水坝可以成为制约下游国家的政治武器。另外,中国还可以通过主权宣示来控制世界上除极地之外最大的淡水资源,这会很轻易地“威胁”到严重依赖这些河流的下游国家的安全,加深中国和周边国家之间的紧张关系。<sup>④</sup> 下游国家很可能会继续推波助澜“中国水威胁论”,并不断制造政治压力和国际压力施压和阻挠中国的开发活动。

#### (四) 域外国家的介入加剧地缘政治博弈的复杂性

亚洲的水问题一直是西方国家关注的重要议题,在以美国、欧盟等为代表的西方国家看来,气候变暖会加剧水资源的稀缺,将导致国家不稳定、国家失败的风险以及增加地区压力。同时,在跨国界流域,未来十年水将日益被当做“杠杆”使用,

<sup>①</sup> 《水电发展“十三五”规划》,国家能源局, [www.nea.gov.cn/2016-11/29/c\\_135867663.htm](http://www.nea.gov.cn/2016-11/29/c_135867663.htm)。

<sup>②</sup> 中国国家发展和改革委员会:《西部大开发“十三五”规划》, <http://xbkfs.ndrc.gov.cn/gzdt/201701/W020170123333936303919.pdf>。

<sup>③</sup> 东线工程从长江下游引水,基本沿京杭运河逐级提水北送,向黄淮平原东部供水,终点为天津;中线工程从长江支流汉江上的丹江口水库引水,沿伏牛山和太行山山前平原开渠输水,终点为北京;远景考虑从长江三峡水库或以下长江干流引水增加北调水量;西线工程则计划从长江上游的通天河、雅砻江、大渡河三条支流引水。参见中国国务院南水北调工程建设委员会办公室网站, <http://www.nsb.gov.cn>。

<sup>④</sup> Brahma Chellaney, *Water: Asia's New Battleground*, Washington D.C.: Georgetown University Press, 2013.

水被作为武器和恐怖主义目标的可能性也在大大增加。<sup>①</sup> 与水相关的冲突会危及亚洲地区的和平与稳定,威胁到西方国家在亚洲地区的利益实现,因此,介入亚太地区的水资源安全治理就成为其水外交的重要内容。随着气候变化对青藏高原水资源安全影响性的日渐凸显,鉴于青藏高原水系对亚洲地区生存与发展的重要意义,美欧等国选择积极介入高原流域国家的水资源治理,影响其水管理政策制定和水利开发规划,提升对这些国家经济与社会发展的影响,确保在该地区的政治、经济和安全利益。在介入青藏高原地区水资源治理的域外国家中,美国的“表现”最为突出,介入力度也最大。

美国在全球圈定了八个需要其介入水资源安全治理的重点流域,其中三个属于青藏高原水系的流域,即印度河流域、澜沧江-湄公河流域和雅鲁藏布江-布拉马普特拉河流域。这些流域因为气候变化、人口增长和社会发展导致水需求量增长,产生了系列性的水质污染等安全问题,不仅影响了流域范围内粮食安全、健康安全以及提高了灾难的风险之外,还使得流域国在水资源利用上不断发生水纠纷和水冲突,致使地区不稳定,对美国的战略利益形成威胁。因此,美国对于这些领域的问题类型、预期影响和实践以及流域管理能力做出综合性评估,并以此为基础,通过投入巨额资金与技术援助,介入当地的水资源安全治理工作。<sup>②</sup>

美国还利用自身技术先进的优势,注重开展气候变化对青藏高原地区水资源安全影响的具体数据和信息搜集工作,力图以技术为导向,通过科学合作来影响青藏高原地区国家的政策和行动。美国国家宇航局(NASA)将发现地球环境的变化作为主要的工作内容之一,其中开展的重要项目就包括对气候变化和淡水资源的监测,试图利用先进的地球卫星和先进技术搜集关于地球的不同类型的信息和气候变化的全球影响,寻找应对气候变化的更好办法。<sup>③</sup> 美国国际开发署(USAID)认为,冰川和高海拔水文系统的变化可能会影响到美国国际开发署工作的大部分亚洲大陆国家,因此,采取积极方法评估冰川退缩和其他高海拔水文变化的影响是非常

---

① Intelligence Community Assessment, “Global Water Security,” February 2, 2012, [https://www.dni.gov/files/documents/Special%20Report\\_ICA%20Global%20Water%20Security.pdf](https://www.dni.gov/files/documents/Special%20Report_ICA%20Global%20Water%20Security.pdf).

② Intelligence Community Assessment, “Global Water Security,” February 2, 2012, [https://www.dni.gov/files/documents/Special%20Report\\_ICA%20Global%20Water%20Security.pdf](https://www.dni.gov/files/documents/Special%20Report_ICA%20Global%20Water%20Security.pdf); Peter Engelke and David Michel, “Toward Global Water Security,” [http://www.atlanticcouncil.org/images/publications/Global\\_Water\\_Security\\_web\\_0823.pdf](http://www.atlanticcouncil.org/images/publications/Global_Water_Security_web_0823.pdf).

③ USAID, “The SERVIR-Mekong Project,” <https://servir.adpc.net/about/about-servir-mekong>, 2017-08-10.

必要的。美国通过在亚洲开展专项研究，对冰川消融的潜在影响进行评估，制定旨在减少社会脆弱性、适应冰川融化的潜在影响并尽可能避免过度融化的规划。美国通过在亚洲制定发展规划，帮助亚洲国家提升水资源安全的保障能力，减少国家内部和国家之间的水资源利用竞争以及由此造成的紧张局势。<sup>①</sup>

美国国家宇航局和国际开发署于 2015 年和 2010 年分别合作启动了服务-湄公（SERVIR-Mekong）和服务-喜马拉雅（SERVIR-Himalaya）项目，通过太空技术和开发数据监测冰川融化等气候变化为区域发展带来的挑战，<sup>②</sup> 希望通过准确的自然资源管理工作、环境监管和更准确的水文估计，应对像洪水、森林大火和暴风的极端天气以及气候变化对水、农业和复杂生物体系的影响，<sup>③</sup> 减轻因极端天气引发的饥荒和传染病传播所带来的风险，<sup>④</sup> 推动政策的因地制宜和可持续发展。<sup>⑤</sup> 2010 年，美国国际开发署对大喜马拉雅地区冰川的科学信息进行了审查并发布了《改变亚洲冰川和水文学：应对冰川融化影响的脆弱性》（*Changing Glaciers and Hydrology in Asia: Addressing Vulnerabilities to Glacier Melt Impacts*）的报告，认为缺乏冰川融化的当前和历史速度的数据，通过考察该地区的健康、粮食安全、水、能源和生物多样性以及冰川融化的冲突维度，探讨了美国国际开发署的多个规划领域之间建立协同效应的机会，以减少地区和国家层面的冰川融化脆弱性。<sup>⑥</sup>

现在，美国国际开发署已经与青藏高原地区国家合作展开了气候与水资源治理合作。例如，美国国际开发署和内政部与印度合作推动灾难管理支持项目的气候预测体系（CFS），减少印度因洪水、气旋和极端气候引发的水文-气象事件；与印度中央水委员会（CWC）、印度气象局等机构在默哈纳迪河流域和萨特累季河流域发展预测和预警技术、洪水预测的决策支持系统等。美国国际开发署还在塔吉克斯坦、

---

① Elizabeth L. Malone, USAID, “Changing Glaciers and Hydrology in Asia: Addressing Vulnerabilities to Glacier Melt Impacts,” November 2010, [http://www.unscn.org/layout/modules/resources/files/Changing\\_glaciers\\_and\\_hydrology.pdf](http://www.unscn.org/layout/modules/resources/files/Changing_glaciers_and_hydrology.pdf).

② NASA, “SERVIR-Mekong,” [https://www.nasa.gov/mission\\_pages/servir/mekong.html](https://www.nasa.gov/mission_pages/servir/mekong.html).

③ NASA, “SERVIR-Himalaya,” [https://www.nasa.gov/mission\\_pages/servir/himalaya.html](https://www.nasa.gov/mission_pages/servir/himalaya.html).

④ NASA, “SERVIR-Eastern-Southern Africa: Challenging Drought, Famine and Epidemics from Space,” [https://www.nasa.gov/mission\\_pages/servir/africa.html](https://www.nasa.gov/mission_pages/servir/africa.html).

⑤ USGS, “Activities of the USGS International Water Resource Branch,” <https://water.usgs.gov/international/2017-08-10>.

⑥ Elizabeth L. Malone, USAID, “Changing Glaciers and Hydrology in Asia: Addressing Vulnerabilities to Glacier Melt Impacts,” November 2010, [http://www.unscn.org/layout/modules/resources/files/Changing\\_glaciers\\_and\\_hydrology.pdf](http://www.unscn.org/layout/modules/resources/files/Changing_glaciers_and_hydrology.pdf).

吉尔吉斯斯坦和哈萨克斯坦对冰川融化造成的安全挑战进行调研,寻找减少水脆弱性的方法。<sup>①</sup>

总之,在介入青藏高原水资源安全治理的过程中,无论是美国还是其他域外国家,它们在推动青藏高原冰川应对气候变化影响的技术研究的同时,更重要的目的是利用其巨大的技术和外交资源来推动更富有成效的政治关系的发展,影响对象国的发展与政策制定,以实现其地区发展战略,加深在该地区的实际存在与影响力拓展。<sup>②</sup> 这些都会从客观上使青藏高原地区的地缘政治博弈更加复杂。

## 五 结语:关于中国在青藏高原水安全治理中的角色思考

“水”是青藏高原最重要的战略资源,“水塔”地处中国境内,主要河流“源头”的重要位置赋予了中国在水资源利用上得天独厚的优势地位。在气候变化的影响下,青藏高原水资源安全涉及几十亿人口的生存和发展问题,涉及亚洲的稳定与和平。青藏高原地区地缘政治环境非常复杂,该地区存在着中国、印度和巴基斯坦三个拥核国家,中国、印度、巴基斯坦、越南和柬埔寨五个国家之间自二战以来发生过战争。<sup>③</sup> 在这种地区环境里,水资源的战略属性决定了国家之间围绕着水资源的博弈不可避免,潜在的水安全问题一旦处理不当很容易成为诱发地区冲突和激化国家间矛盾的因素。

从根本上说,青藏高原的水资源安全问题是一个事关未来区域发展与稳定的治理问题,面对当今世界各种治理难题,中国已经提出了特有的“中国方案”——构建人类命运共同体,中国将用自身的国际影响力、感召力、塑造力,来推动建立一个“持久和平、普遍安全、共同繁荣、开放包容、清洁美丽的世界”,为世界和

---

① Elizabeth L. Malone, “Changing Glaciers and Hydrology in Asia: Addressing Vulnerabilities to Glacier Melt Impacts,” November 2010, [http://www.unscn.org/layout/modules/resources/files/Changing\\_glaciers\\_and\\_hydrology.pdf](http://www.unscn.org/layout/modules/resources/files/Changing_glaciers_and_hydrology.pdf).

② Kenneth Pomeranz, Jennifer L. Turner, Susan Chan Shifflett, Robert Batten, et al., “Himalayan Water Security: The Challenges for South and Southeast Asia,” *Asia Policy*, Vol. 31, No. 16 (July 2013), pp. 1-50, [http://www.files.ethz.ch/isn/167852/Asia\\_Policy\\_16\\_WaterRoundtable\\_July2013.pdf](http://www.files.ethz.ch/isn/167852/Asia_Policy_16_WaterRoundtable_July2013.pdf).

③ Robert G. Wirsing, Daniel C. Stoll, Christopher Jaspardo, *International Conflict Over Water Resources In Himalayan Asia*, New York: Palgrave Macmillan, 2012, p4.

平与发展做出新的重大贡献。<sup>①</sup> 中国作为青藏高原水系的上游国家和负责的地区大国,应积极践行人类命运共同体理念,在推动青藏高原水资源安全的治理工作中扮演更为重要的角色,从技术和政治两大层面上推动气候变化治理与水资源治理的研究与地区合作,使青藏高原水资源成为实现地区战略与构建和平稳定周边环境的重要战略资源。

在科研层面,中国应积极推动气候变化对于青藏高原水系影响的科学研究工作。可信的、最新的科学知识是制定有效的气候变化政策的必要条件和先觉条件,对于气候变化究竟会对青藏高原造成何种影响,学术界一直存在争论,主要原因是缺乏长期监测气候和环境变化的科学数据,随着气候变化影响高原冰川融化速度的加快,更是缺乏预测河流的径流量如何改变数据基础。因此,研究青藏高原水资源安全如何影响地缘政治与中国国家安全的前提就是需要对冰川进行更详细的监测,并对冰川变化进行科学状况评估,通过科学发现深度了解冰川变化的复杂性,从而减少预测的不确定性。科学界可以通过准确评估区域气候变化对喜马拉雅冰川的影响,向政策制定者提供有关冰川变化对该地区水文和环境以及数百万人的生计可能影响的现有知识,推动适应性政策的制定和实施。<sup>②</sup>

2017年8月19日,第二次青藏高原综合科学考察研究在拉萨启动,此次考察由中国科学院青藏高原研究所牵头,将对青藏高原的水、生态、人类活动等环境问题进行考察研究,分析青藏高原环境变化对人类社会发展的影响,提出青藏高原生态安全屏障功能保护和第三极国家公园建设方案。此次科学考察距离首次青藏高原综合科学考察时隔四十年,国家主席习近平在贺信中指出,揭示青藏高原环境变化机理,优化生态安全屏障体系,对推动青藏高原可持续发展、推进国家生态文明建设、促进全球生态环境保护将产生十分重要的影响。<sup>③</sup> 可以预见,中国政府在战略层面上更加重视青藏高原资源安全的维护工作,在资源开发利用方面将进行更多的顶层设计。

---

① 《习近平:决胜全面建成小康社会 夺取新时代中国特色社会主义伟大胜利——在中国共产党第十九次全国代表大会上的报告》,中央政府门户网站, [http://www.gov.cn/zhuanti/2017-10/27/content\\_5234876.htm](http://www.gov.cn/zhuanti/2017-10/27/content_5234876.htm)。

② UNEP Global Environmental Alert Service (GEAS), "Measuring Glacier Change in the Himalayas," *Environmental Development*, No.4, 2012, pp.172-183., [https://library.wmo.int/opac/index.php?lvl=notice\\_display&id=13360#.WrRMp5POXBI](https://library.wmo.int/opac/index.php?lvl=notice_display&id=13360#.WrRMp5POXBI)。

③ 《习近平致信祝贺第二次青藏高原综合科学考察研究启动》,新华网, [www.xinhuanet.com/politics/2017-08/19/c\\_1121509916.htm](http://www.xinhuanet.com/politics/2017-08/19/c_1121509916.htm)。

在政治层面上，中国应该意识到气候变化加剧了青藏高原地区水缘政治的复杂性，维护水资源安全对于国家安全的战略意义更加凸显，国家之间针对水资源的博弈也会更加激烈，水资源安全议题在双边或多边层面的政治互动中的比重将进一步上升。中国与其他青藏高原国家之间存在着严重的权力失衡——中国不仅位于这些跨国界河流的源头，而且在经济和军事上也是该地区最强大的国家。<sup>①</sup>因此，在对青藏高原地区水缘政治全面认识的基础上，中国应利用自身的地缘优势，主导性地推动地区层面的政治对话与区域合作。中国和其他青藏高原地区国家可以通过多轨道的对话平台与合作机制的建构，充分了解彼此在气候变化、冰川消融、水资源利用等领域的发展规划、国家与地方政策，协调立场，推动双边和多边性的区域合作，<sup>②</sup>共同探寻应对气候变化和提升水资源安全保障能力的理性之路。

【收稿日期:2018-03-11】

【修回日期:2018-03-25】

【责任编辑:齐琳】

---

① Kenneth Pomeranz, Jennifer L. Turner, Susan Chan Shifflett, Robert Batten, et al., "Himalayan Water Security: The Challenges for South and Southeast Asia," *Asia Policy*, Vol. 31, No. 16 (July 2013), pp. 1-50, [http://www.files.ethz.ch/isn/167852/Asia\\_Policy\\_16\\_WaterRoundtable\\_July2013.pdf](http://www.files.ethz.ch/isn/167852/Asia_Policy_16_WaterRoundtable_July2013.pdf).

② Kenneth Pomeranz, Jennifer L. Turner, Susan Chan Shifflett, Robert Batten, et al., "Himalayan Water Security: The Challenges for South and Southeast Asia," *Asia Policy*, Vol. 31, No. 16 (July 2013), pp. 1-50, [http://www.files.ethz.ch/isn/167852/Asia\\_Policy\\_16\\_WaterRoundtable\\_July2013.pdf](http://www.files.ethz.ch/isn/167852/Asia_Policy_16_WaterRoundtable_July2013.pdf).

US military's approach to climate change has shifted from laying equal stress on both mitigation and adaptation to focusing mainly on adaptation. These changes are not only based on realistic calculations of security interests by the US military, but also result from the internal contradictions and reconciliations among US policy-makers. In the future, it is expected that the US military's climate policy process will continue. Nevertheless, whether the US military's climate policy will generate "spillover" effects and then influence the decision-making of the federal government will invariably depend on the game between the White House and the Congress.

[Keywords] climate security, climate change risks, the US military, the US Department of Defense

[Author] ZHAO Xingshu, Associate Research Fellow, Institute of American Studies, Chinese Academy of Social Sciences (Beijing 100720).

## 42 **Analysis of the Effects of Climate Change on Water Resources Security in Qinghai-Tibet Plateau**

Li Zhifei

[Abstract] The Qinghai-Tibet Plateau enjoys a high reputation as the roof of the world, the Asian water tower and the third pole of the earth. It serves as an important bulwark against threats to China's ecological security and a reserve base of strategic resources, where resource politics and geopolitics converge. As the world's third largest repository of freshwater, the Qinghai-Tibet Plateau is subject to a series of changes. Climate change is accelerating glacier ablation and bringing about changes in the annual runoff and seasonal flow of trans-boundary rivers, which gives rise to more instability in the distribution of water resources that may exacerbate regional water scarcity and cause more flood disasters highlighting the need for improved water governance. The impact of climate change on the water resources security of the Qinghai-Tibet Plateau will generate a chain of political, economic, and security effects. It will not only affect hydropower development plans and infrastructure construction of countries in the highlands and increase the complexity of geopolitical bargains, but also has a negative impact on China's overseas hydropower investment and puts the Belt and Road Initiative and the 13th five-year water resources planning under more international pressure. Subjected to climate change, water resources security of the Qinghai-Tibet Plateau has become closely linked with the survival and development of over one billion people which plays a key role in regional stability and peace. In this regard, China should proactively put into practice the concept of building a community of shared future for mankind and play a more important part in safeguarding water resources security of the Qinghai-Tibet Plateau. Technically speaking, in-depth investigation and consistent tracking research on water resources of the plateau should be strengthened. Politically speaking, the regional climate change governance and cooperation framework need to be further improved.

[Keywords] climate change, the Qinghai-Tibet Plateau, glacier ablation, water resources security

[Author] LI Zhifei, Ph.D., Associate Research Fellow, National Institute of International Studies, Chinese Academy of Social Sciences (Beijing 100007).

## 64 **Human Security Governance under the 2030 Agenda for Sustainable Development**

DONG Liang

[Abstract] The 2030 Agenda for Sustainable Development, a new plan for global